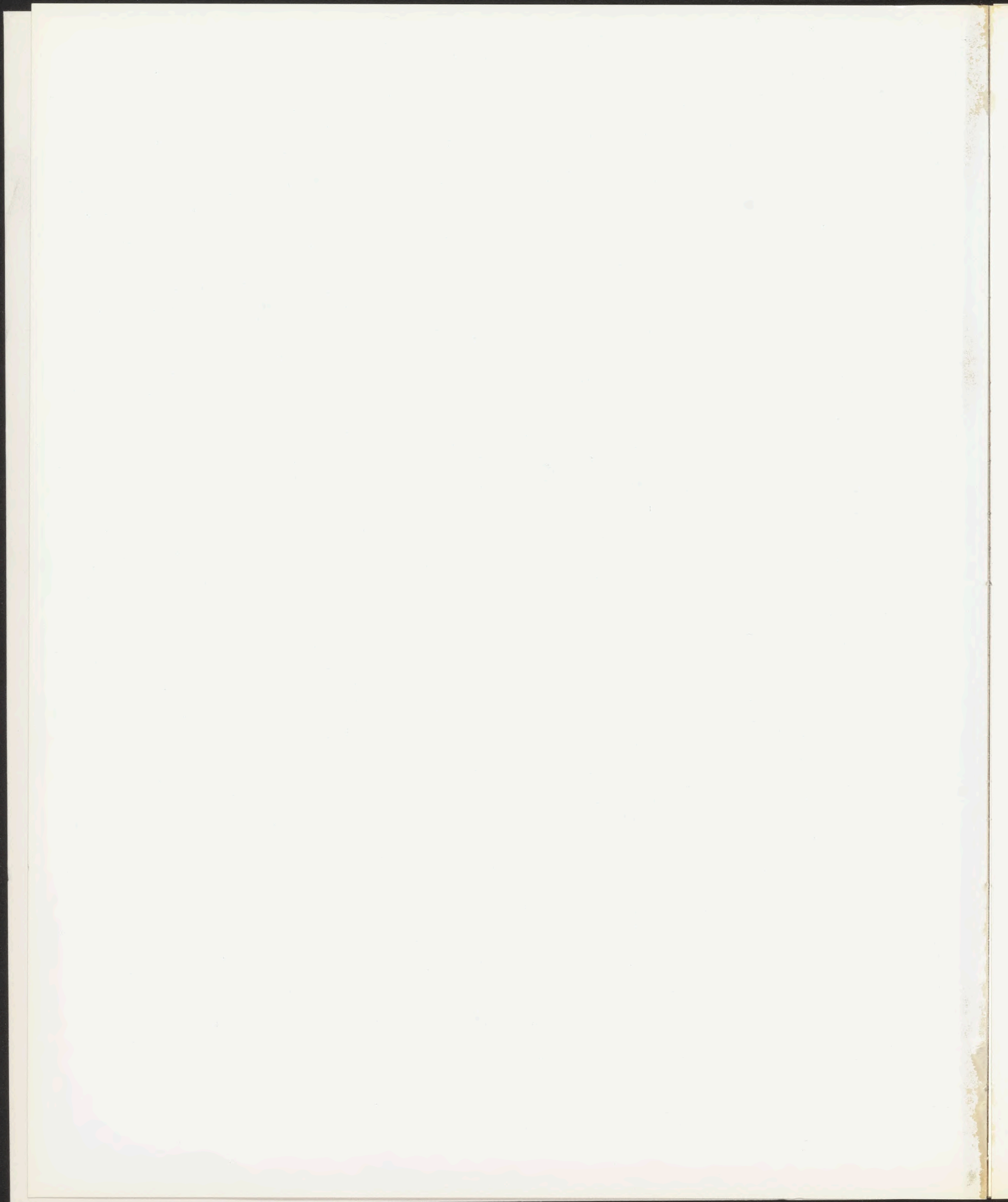


tsai

1000



tsai

cybernetic sculpture
environment

galerie denise rené new york
6 west 57 th street october 1972

1881

Introduction

Tout au long de l'histoire de la pensée revient toujours le même vieux rêve de l'homme : trouver la clef qui lui permettrait de refaçonner le monde selon son désir — un mot ou un moyen magiques capables de convertir la matière vile en or et le commun des mortels en rois. Le vieux rêve a changé d'images mais pas de nature ; nous gardons toujours l'espoir de transformer la pauvreté en richesse, la faiblesse en force, la solitude en une vie en commun heureuse.

Alors que Galilée et Descartes établissaient les fondements de la science moderne, donnant ainsi naissance à notre monde riche mais profondément déchiré, les derniers alchimistes continuaient encore à rechercher la pierre philosophale qui, croyaient-ils, leur donnerait le secret de la richesse illimitée, de la vie éternelle, de la jeunesse et de la vigueur constamment renouvelées. Sans doute, l'alchimie ne pouvait-elle pas résister aux découvertes de la science, cependant il semble maintenant, après trois siècles d'un développement accéléré, que la révolution scientifique qui avait discrédité les alchimistes promet à l'homme la réalisation partielle du rêve alchimique. Depuis au moins l'aube de l'antiquité classique, l'homme a le sentiment de pouvoir changer le monde grâce à sa capacité de transformer. Avec la lyre, par exemple, les premiers musiciens grecs produisirent à partir d'un phénomène physique très simple — pincer des cordes — des sons distincts, c'est-à-dire la musique. Puis, Pythagore découvrit que la relation entre les différentes longueurs de deux cordes vibrantes et les deux sons qui en résultent, peut être décrite mathématiquement. Le sentiment de pouvoir maîtriser les forces premières de la nature apparut avec la découverte que, par la manipulation des cordes dans l'espace, on peut commander les phénomènes acoustiques ; donc, que les manipulations physiques commandent les phénomènes spirituels — ainsi par une manipulation simple on arrive à une maîtrise savante.

Une instrumentation de plus en plus complexe permet de faire correspondre entre eux toutes sortes de signaux, offrant dès lors la possibilité de convertir la lumière en son, l'espace en temps et de jouer sur les différentes phases des phénomènes. Aussi possédons-nous des appareils compliqués, des « transducteurs », qui convertissent, amplifient, changent les phénomènes en d'autres phénomènes, qui introduisent de nouvelles relations dans toutes sortes de séries de signaux — déformant, agrandissant, réduisant. Mais nous ne possédons pas de « transducteur humain », d'appareil intérieur qui pourrait métamorphoser le spectre terrifiant de notre savoir en une compréhension mutuelle et rendre bénéfiques les forces physiques menaçantes. Qui aujourd'hui ne voudrait reconnaître que nous sommes emportés par la dynamique incontrôlable de nos propres réalisations, et que celle-ci régent nos vies ? Nous n'avons pas prêté attention aux anciennes mises en garde. « Le soleil ne franchira pas ses limites », nous a dit le Grec Héraclite il y a bien longtemps ; « sinon, les Erinnyes, gardiennes de la justice, sauront le découvrir ». Et l'ancien sage chinois a très clairement dit : « Si vous forcez quelqu'un à rire, il ne sera pas gai

Introduction

The history of human thought is embroidered with an old dream of man to find a key for reshaping the world according to his desire — a magic word or instrument to turn dross into gold and commoners into kings. The old dream changed images, but not its nature ; we still hope to transform poverty into wealth, weakness into strength, and loneliness into happy partnership.

While Galileo and Descartes were laying the foundation of modern science, thus giving birth to our rich but deeply torn modern world, the last alchemists were still conducting their search for the philosopher's stone, which they believed would place in their hands the secret of unlimited wealth, eternal life, and constantly renewed youth and vigor. Alchemy could not withstand the disclosures of science, but it seems now, after three centuries of accelerated development, that the scientific revolution that sealed the fate of the alchemists holds out for man some measure of the fulfillment of the alchemist's dream.

The intimation that man could change his world by using his ability to transform goes back at least to the dawn of classical antiquity. With the lyre, early Greek musicians converted a physical pattern of plucked strings, easily defined and taut in physical terms, into audible sounds — music. Pythagoras discovered that the relation between the different lengths of two vibrating strings and their two resultant sounds could be described mathematically. A sense of power over the generative forces of the world came with the knowledge that by spatial manipulation, man could control acoustical events ; by physical manipulation, spiritual events — a high level control through a low level manipulation.

Sophisticated instrumentation opened up traffic between all ranges of signals, thus making it possible to convert sight to sound, space to time, and interchange phases and events. We have intricate devices, "transducers", that convert, amplify, transform, and translate patterns into patterns, introduce new relations into any set of signals — distorting, magnifying, reducing. What we do not have is the "human transducer", the inner device that could translate the awesome spectrum of our knowledge into human understanding and convert the menacing physical powers into friends. Who today could fail to recognize that we are caught by the uncontrolled dynamics of our own making and that they dictate our lives ? We did not heed old warnings. "The sun will not overstep his measure", Heraclitus the Greek told us long ago ; "if he were to do so, the Erinnyes, handmaids of justice, would seek him out". And the ancient Chinese sage made amply clear that, "If you force someone to laugh, he will not thereby be amused ; if you force someone to weep, he will not thereby be sad... Bait cannot be forced to drive things away... In seasons of cold, the people try to warm themselves ; in seasons of heat they seek for coolness..."

Like the compass needle's north-seeking end, the imaginative power and sensibilities of the best artists and

pour autant ; si vous forcez quelqu'un à pleurer, il ne sera pas triste pour autant... On ne peut faire d'un appât un repoussoir... A la saison froide, les gens recherchent la chaleur ; à la saison chaude, ils recherchent la fraîcheur... »

Comme l'aiguille d'une boussole indique le nord, l'imagination et la sensibilité des meilleurs artistes et poètes ont désigné nos vrais besoins, et par là les véritables valeurs de la vie. Mais, dans aucun autre domaine de notre monde confus, il n'y a autant de faux prophètes, de fallacieuses promesses, d'espoirs mal fondés, que dans le domaine de l'art. Beaucoup d'artistes contemporains ne peuvent en effet échapper aux contrecoups d'une société chancelante. Leur vue est brouillée et leur sensibilité émoussée. En effet, on rencontre rarement une vision créatrice claire et globale qui ait la sûreté que donnent la santé et la force intérieures. Dans ce monde des valeurs polluées, d'acrobaties de l'ego, de farouche âpreté au gain, il est bon et rare de trouver une vision créatrice qui ne porte pas sa trahison en elle-même.

L'œuvre de Tsai est animée par une telle vision. Aussi, se situe-t-elle à part, non à la suite d'une décision délibérée, mais en raison de sa qualité et de sa dignité provenant de la clarté et de la force. Expliquer son œuvre n'est pas la meilleure façon de l'aborder. Il ne suffit pas non plus de la regarder simplement comme un objet d'art. Elle doit être considérée en fonction de ce qu'elle nous apporte. Car ces merveilleuses formes élancées vont nous entraîner, vous et moi — nous tous — jeunes et vieux, naïfs et blasés, dans une même émotion sensible et nous faire participer à un rythme magique émanant de cet acier oscillant, dansant et tremblant comment s'il était vivant. Quand on voit l'œuvre de Tsai dans une « exposition », on découvre assez vite que le terme d'exposition ne convient plus. Ces éblouissantes lignes pures, qui se meuvent sans effort avec la précision infaillible inhérente à la logique des phénomènes naturels, transforment l'espace et font de vous un élément de cet espace. Il se crée alors une complicité instantanée, une fête spontanée entre des gens qui frappent dans leurs mains, chantent, et réagissent. L'œuvre de Tsai capte tout ce qu'il y a de vivant dans l'art, c'est-à-dire le rythme de la vie. Il réalise dans un langage moderne ce que Hsieh Ho, un maître chinois du cinquième siècle, considérait comme la première exigence de l'art : la « vitalité rythmique » ou « le rythme spirituel exprimé dans le mouvement de la vie ». Car c'est seulement quand ce rythme est trouvé que nous sommes mis en relation avec la vie, pas seulement la nôtre, mais avec toutes les vies qui nous entourent. Le rythme est une certaine forme de connivence et dans l'œuvre de Tsai il y a une connivence de la lumière, du son et de nos propres battements de cœur. La connivence entre les différentes modalités sensibles a une longue et riche histoire dans l'art, et non des moindres dans la culture dont Tsai est issu. Les jades rituels, façonnés par les touches subtiles de l'artisan, émettaient, quand on les portait, des sons tintant harmonieusement de sorte que « les pensées mauvaises et dépravées ne pouvaient entrer dans l'esprit ». La connivence de la lumière et du son dans l'œuvre de Tsai a un impact semblable. Et ce n'est pas par hasard. Car la force de Tsai réside dans son pouvoir

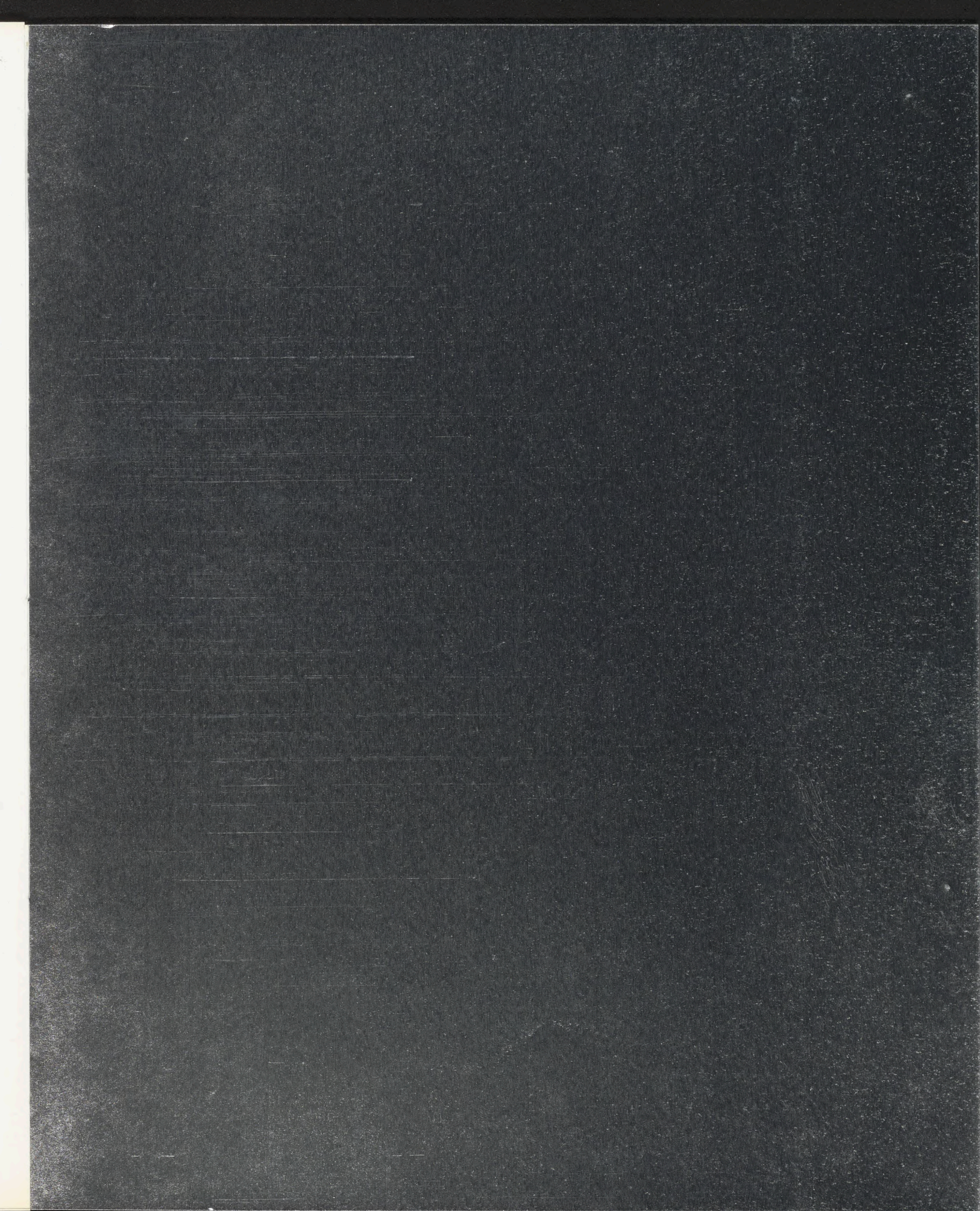
poets have indicated our true needs, and thus the qualities and values of life. But no other aspect of our confused world has more false prophets, misleading promises, and misguided hopes than we have in our arts. Most artists living today cannot escape the shocks of a trembling society.

Their sight is blurred and their sensibility dulled. Rare indeed is the creative vision that is clear and embracing, that has the surety of an inner health and strength. In this world of polluted values, ego acrobatics, and greedy grabbings for gains, it is good and rare to encounter a vision that is not treason to itself.

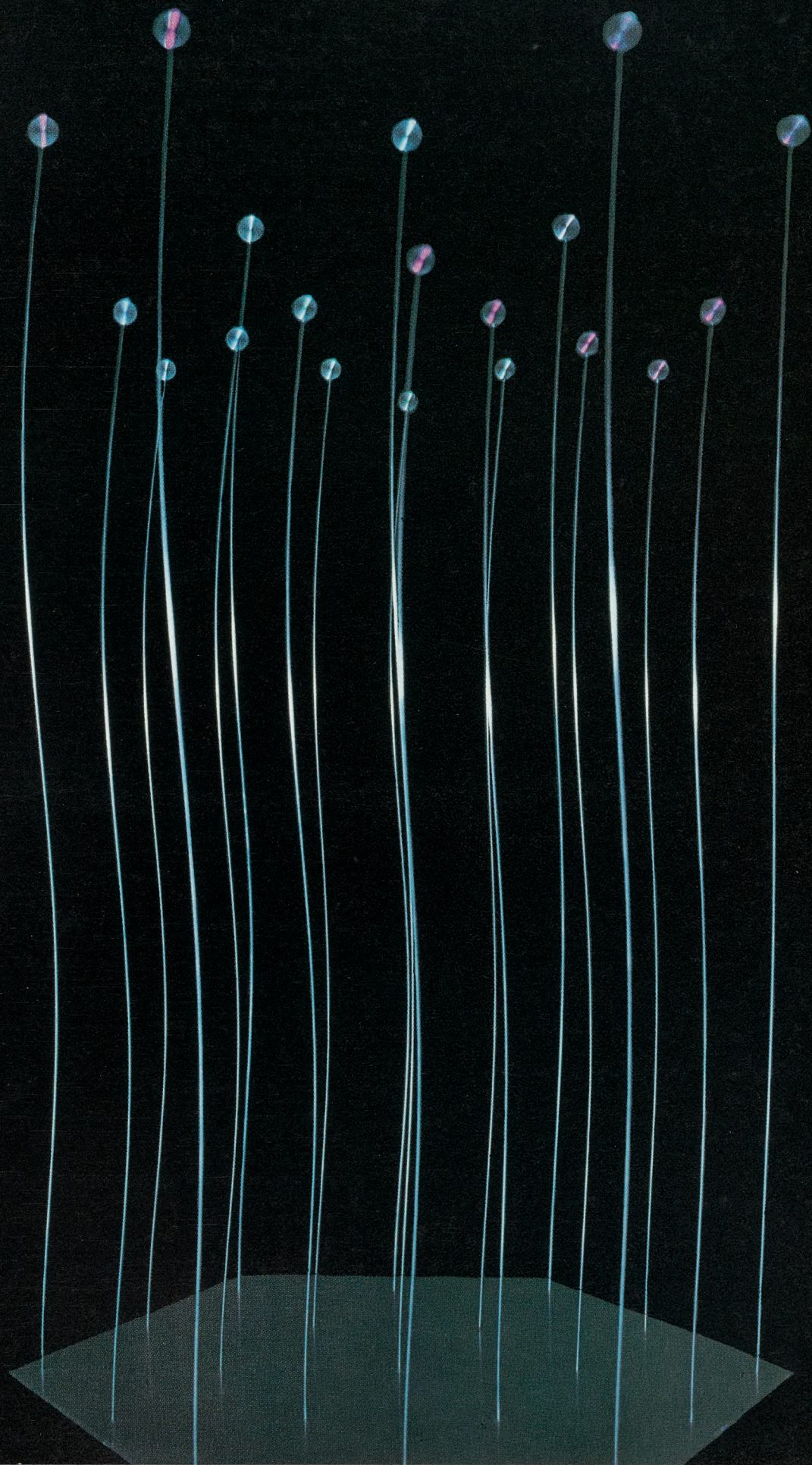
Tsai's work is guided by such vision. And thus it stands apart, not by willed intention, but by the quality and dignity that come from clarity and strength. To explain his work is not the right way of approaching it; neither is the best way merely to look at it as an object of art. It must be valued for what it does to us. For these slim wonders will draw you and me — all of us — young or old, innocent or sophisticated, into a community of sensibilities and make us participate in the magic rhythm emanating from this swaying, dancing steel trembling with life. To see his work in an "exhibition", one discovers soon enough that the term "exhibition" does not fit anymore. These dazzlingly pure lines that move with the unerring effortless precision of nature's logic transform the space and make you a part of it. There is an instant fellowship, a spontaneous celebration of clapping, singing, responding people. Tsai's work captures the core of every vital art, the rhythm of life. It fulfills in modern terms what Hsieh Ho, a fifth century Chinese master made as the first demand of art: the "rhythmic vitality" or "spiritual rhythm expressed in the movement of life. For only when this rhythm is reached are we put in touch with life, not only our own, but all lives around us. Rhythm is friendship and in Tsai's work there is friendship of light, sound, and our own heart beats. The friendship of sense modalities has a long rich history in art, and not the least in Tsai's native culture. Pieces of ritual jade, shaped by the caressing touches of their makers, when worn emitted their harmonious, tinkling sound so that "evil and depraved thoughts found no entrance into the mind." The friendship of sight and sound in Tsai's work has a like impact. And it is not accidental. For Tsai's strength is his ability to bring together old and new knowledge, age-tested craft and sophisticated technology, ancient sensibility and pioneering vision.

The fact that the scientific experiment that forms the basis of this present work has been known for a long time is a case in point. Sir Charles Wheatstone, a scientist of the last century, created effects not unlike those of Tsai. Describing his "philosophical toy" or "Phonic Kaleidoscope", he wrote in 1827*:

"...this instrument possesses higher claims to attention ; for it exemplifies an interesting series of natural phenomena, and renders obvious to the common observer what has hitherto been confined to the calculations of the mathematician ; it presents another







de réunir le savoir traditionnel et le nouveau savoir, les techniques séculaires et la technologie la plus avancée, l'ancienne sensibilité et une vision d'avant-garde.

Que l'expérience scientifique qui est à la base de son œuvre actuelle ait été connue depuis longtemps déjà en est un exemple. Sir Charles Wheatstone, un savant du siècle dernier, trouva des effets optiques peu différents de ceux de Tsai. Décrivant son « jouet philosophique » ou « kaléidoscope-phonique », il écrivait en 1827* :

« ... cet appareil est digne de la plus grande attention ; car il offre l'exemple d'une intéressante série de phénomènes naturels et il rend manifeste à un observateur ordinaire ce qui jusqu'ici était enfermé dans le calcul du mathématicien ; il apporte également la preuve que, aussi éloignées de l'observation commune que puissent être les opérations de la nature, la symétrie et l'ordre les plus beaux prédominent partout.

» ... Ces expériences consistent principalement à soumettre à l'examen visuel les trajets décrits par des tiges vibrantes à leurs points de plus grande amplitude ; et dans la plupart des cas où les différents modes de vibration se combinent, ces trajets prennent les formes les plus diversifiées et les plus élégantes. La trace complète de chaque trajet est rendue visible si celui-ci est décrit par un point lumineux brillant ; et si la figure se trouve complètement dessinée en moins de temps que la durée de l'impression rétinienne, le trajet entier apparaît alors comme une ligne de lumière continue. »

Le fait que certains phénomènes aient déjà été connus est en même temps accidentel et essentiel. Ce qui est essentiel, c'est que quelques artistes, et parmi eux en tout premier lieu Tsai et son ami Takis, utilisent des phénomènes qui ne sont pas visibles à l'œil nu, en fassent des « motifs » pour reprendre le terme de Cézanne, et de ces motifs une œuvre d'art. En tant qu'expression artistique, ces phénomènes deviennent des fenêtres à travers lesquelles nous pouvons voir un monde plus riche et nous découvrir nous-mêmes enrichis.

Alors qu'il était encore un jeune homme, Tsai quitta sa Chine natale, pays dont la continuité culturelle s'étend sur des millénaires. Il a fait sien notre nouveau monde qui recèle toutes les séductions de la technologie scientifique. Mais il ne se laissa pas intimider. Il se comporta avec la sûreté d'un homme qui sait ce qu'il veut et bien qu'il ait changé de profession et de moyens d'expression (il a été ingénieur, puis peintre, et maintenant sculpteur), il est « arrivé » au sens le plus large du mot. Il en est là parce que sa curiosité intellectuelle l'a poussé à ne considérer rien comme allant de soi et à explorer tous les points de vue. Kuo Hsi, le grand peintre de la période Sung, donna ce conseil à ses compagnons artistes : « Ceux qui étudient la peinture des fleurs prennent une seule fleur avec sa tige et la mettent dans un trou profond, puis l'examinent d'en haut et ainsi ils la voient de tous les points de vue. Ceux qui étudient la peinture du bambou prennent une tige de bambou et lors d'une nuit de clair de lune projettent son ombre sur un morceau de soie blanche accroché au mur ; la véritable forme du bambou leur est alors révélée. Il en va de même avec la peinture de paysage. L'artiste doit entrer en communion

proof, that however remote from common observation the operations of nature may be, the most beautiful order and symmetry prevail through all.

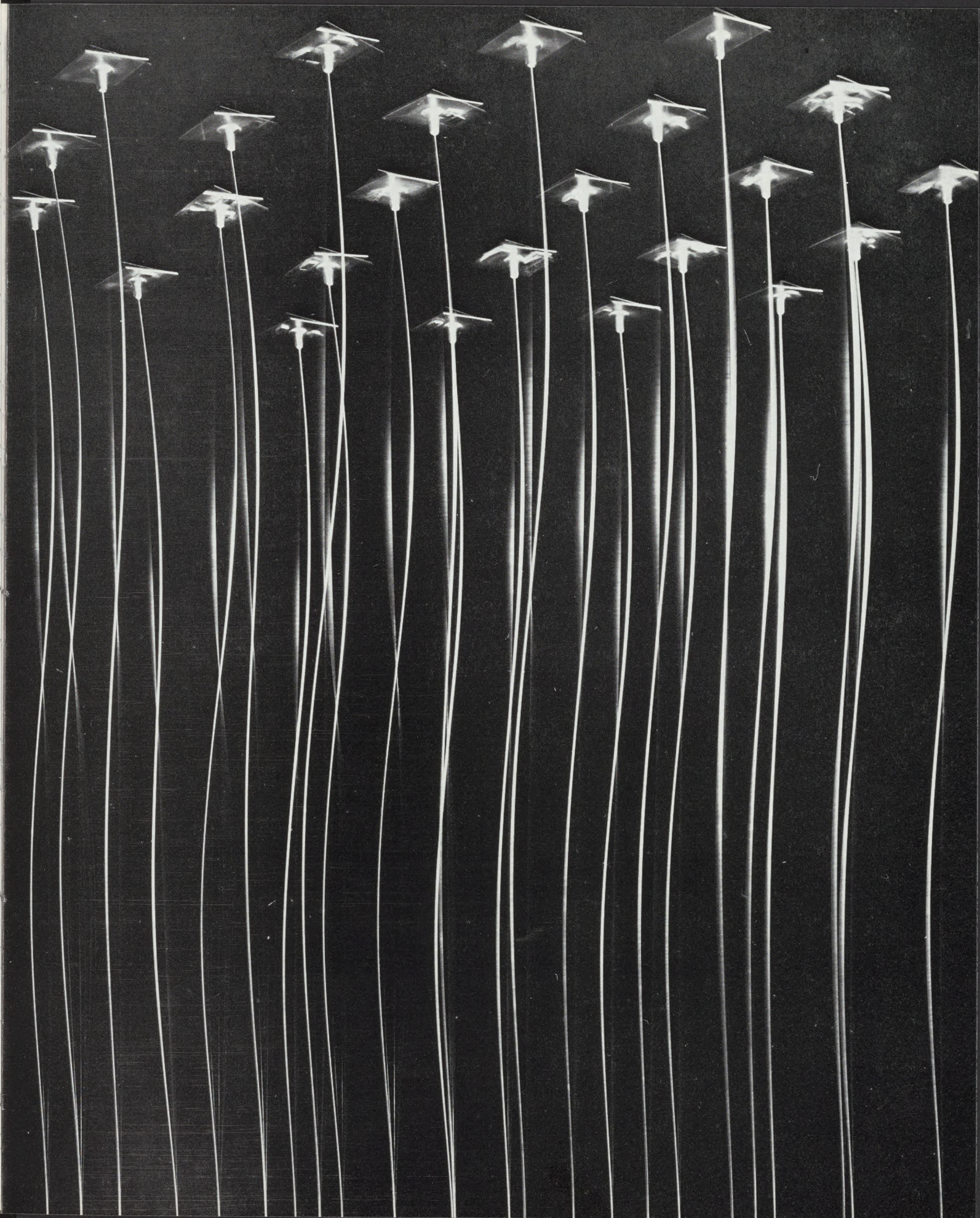
"...These experiments principally consist in subjecting to ocular demonstration the orbits of paths described by the points of greatest excursion in vibrating rods, which in the most frequent cases, those of the combinations of different modes of vibration, assume the most diversified and elegant curvilinear forms. The entire track of each orbit is rendered simultaneously visible by causing it to be delineated by a brilliantly luminous point ; and the figure being completed in less time than the duration of the visual impression, the whole orbit appears as a continuous line of light".

That certain phenomena have been presented before is both incidental and essential. What is essential is that some artists, foremost among them Tsai and his good friend Takis, use phenomena that are not given to the unaided eye and make them "motifs", to borrow Cézanne's term, and from these motifs make art. As art these phenomena become windows through which we can see a richer world as well as our richer selves.

Tsai came as a young man from his native China, a country of millennia of cultural continuity. He made this new world of ours, with all its seductive powers of scientific technology, his home. But he was not overwhelmed. He moved with the surety of a man who knows what he wants, and through he changed tools and shifted professions (he was an engineer, then a painter, and now a sculptor), he "arrived" in the deepest sense of the word. He is here because his intellectual curiosity did not take anything for granted and explored all angles of vision. Kuo Hsi, the great Sung painter, gave this advice to fellow artists : "Those who study flower paintings take a single stalk and put it into a deep hole and then examine it from above, thus seeing it from all points of view. Those who study bamboo painting take a stalk of bamboo and on a moonlit night project its shadow onto a piece of white silk on a wall ; the true form of the bamboo is thus brought out. It is the same with landscape painting. The artist must place himself in communion with his hills and with his streams." Tsai knew this. He is in communion with his landscape, our new landscape of the twentieth century.

Tsai joined the group of artists working at the Center for Advanced Visual Studies, which was born in the belief that in this ego-obsessed world there is a need for creative communities of artists and scientists working with shared purposes. Vincent van Gogh, who felt perhaps more than anyone the anguish of isolation, envisioned such communities. In a letter to Emile Bernard in 1888, he commented that the making of great works of art in the future is "...beyond the power of an isolated individual ; so they will probably be created by groups of men combining to execute an idea held in common."

Though Tsai had some doubts about the effectiveness of collaborative work, he has had a role in giving our



avec les collines et les cours d'eau. » Tsai le savait. Il est en communion avec son paysage, notre nouveau paysage du vingtième siècle.

Tsai a rejoint le groupe des artistes qui travaillent au Center for Advanced Visual Studies, qui est né de la conviction que dans ce monde d'individualistes forcenés, on a besoin de l'association créative d'artistes et de savants, poursuivant le même dessein. Vincent Van Gogh, qui ressentit, peut-être plus que quiconque, l'angoisse de l'isolement, eut l'intuition de semblables communautés. Dans une lettre à Émile Bernard de 1888, il avança que la réalisation de grandes œuvres d'art dans le futur sera au-dessus « ... des forces d'un individu isolé ; celles-ci seront probablement créées par des groupements d'hommes qui se seront unis pour réaliser une idée qu'ils ont en commun. »

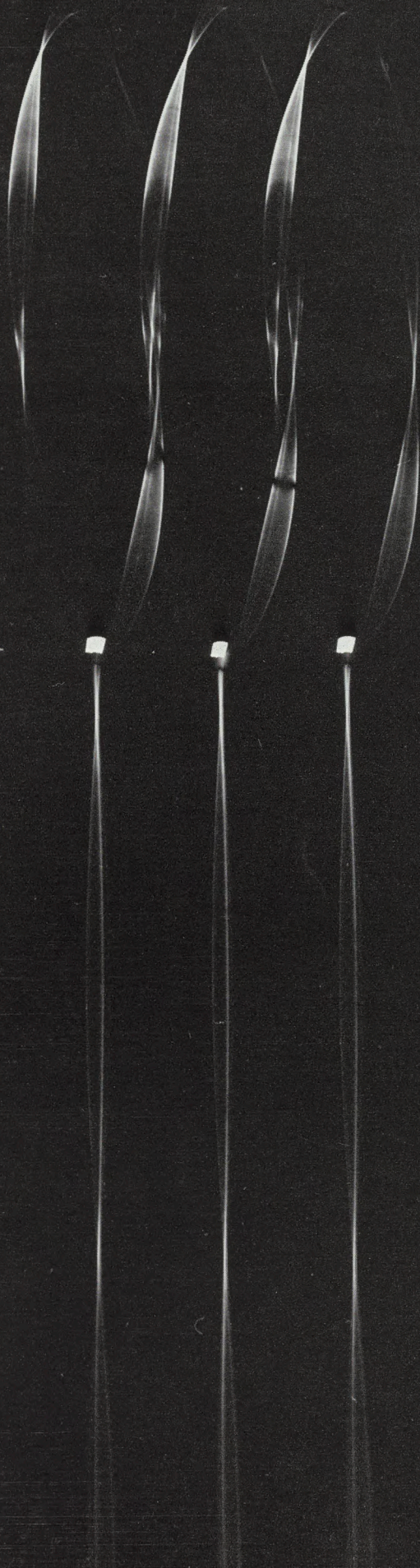
Bien que Tsai ait eu quelque doute sur l'efficacité du travail collectif, il a contribué à donner à notre groupe d'artistes un sens aigu d'une communauté dans les idées. C'est avec une grande fierté que je salue cette exposition, parce que la plupart des œuvres exposées ont été exécutées dans notre Centre au cours de deux années où Tsai était notre compagnon. Mais par-dessus tout je suis satisfait de savoir que cette exposition donnera l'occasion à un public plus large de partager la vision de Tsai car je suis convaincu que, pour tous ceux qui auront la chance de la voir, ce sera une rencontre qui ouvre les yeux et le cœur.

Gyorgy Kepes
Director, Center for Advanced Visual Studies
Massachusetts Institute of Technology

group of artists a high sense of community in ideas. It is with great pride that I welcome his exhibition, because most of the work presented was done in the Center during his two year tenure as a Fellow. But most of all I am gratified to know that this exhibition will give the wider community an opportunity to share Tsai's vision, for I am convinced that, for all those fortunate enough to see it, it will be a heart- and eye- opening encounter.

* Wheatstone, Charles : Description du Kaléidophone, ou Kaléidoscope phonique ; un nouveau jouet philosophique pour illustrer plusieurs phénomènes acoustiques et optiques intéressants et amusants, in Quarterly Journal of Science, Literature and Art, vol. I, 1827.

* Wheatstone, Charles : Description of the Kaleidophone, or Phonic Kaleidoscope ; a new Philosophical Toy, for the illustration of several interesting and Amusing Acoustical and Optical Phenomena, from Quarterly Journal of Science, Literature and Art, vol. I, 1827.



Des prétentions extravagantes ont été formulées par ou au nom d'artistes qui travaillent dans les nouveaux media technologiques. Depuis quelque temps ces prétentions sont devenues de moins en moins convaincantes, et tout ce secteur d'activité créatrice s'est révélé plus difficile, à la fois théoriquement et pratiquement, que certains ne l'avaient espéré. La situation actuelle et l'histoire récente des galeries, des expositions et des organisations d'artistes s'intéressant à ce genre de travail sont loin d'être encourageantes. Certaines expositions, telle « Kinetics » à la Hayward Gallery de Londres en 1970, ont obtenu un grand succès populaire par une ambiance gaie et spectaculaire comme celle d'une foire. Dénigrer un tel succès serait excessivement puritain mais la perte de sérieux qui en est résulté soutient l'opinion de Jean Clay que « l'infantilisation de l'artiste et du spectateur » est un des moyens par lesquels la bourgeoisie relègue l'art à une place marginale et secondaire dans la société.

Il n'est pas étonnant que de nombreux artistes aient reculé devant les difficultés d'agir entre l'art et la science. En même temps la société en général commence à assujettir l'ensemble de son mécanisme technologique à un examen écologique et à assujettir aussi la prétendue neutralité et objectivité de la science à un examen socio-politique. Les défis offerts à l'artiste qui veut confronter et interpréter ces questions sont bien sûr plus importants que jamais. Il est vrai qu'une partie de l'art des dernières années a exprimé soit un engouement pour la « machine esthétique », soit un besoin de rendre l'art scientifique et objectif ; mais il était toujours évident que ces réponses n'étaient ni complètes ni sérieuses. Le romantisme de la technologie et la rigueur de la science sont tous deux attrayants, mais il est sûrement impossible qu'une personne intelligente ou éveillée ait pu vivre une partie du vingtième siècle sans apprendre à questionner la science et la technologie. La technologie ne s'accueille ni se rejette avec des gestes dramatiques. Elle est une partie de l'environnement dans lequel nous vivons et respirons.

Lorsque par exemple nous entendons un artiste parler de retour à la nature, ne sommes-nous pas témoins d'un recul devant la complexité alors que le besoin actuel est une perception plus aiguë d'une organisation écologique complexe ? De même, lorsqu'un artiste se limite à l'élément « conceptuel » en art, ne recule-t-il pas devant la pénible recherche des moyens d'expression qu'est le processus d'affrontement avec la technique ? T.S. Eliot (écrivant au sujet de la poésie) a décrit ce processus comme un « assaut de l'inarticulé ». En ce moment, la communauté artistique se préoccupe davantage d'assaillir l'articulé.

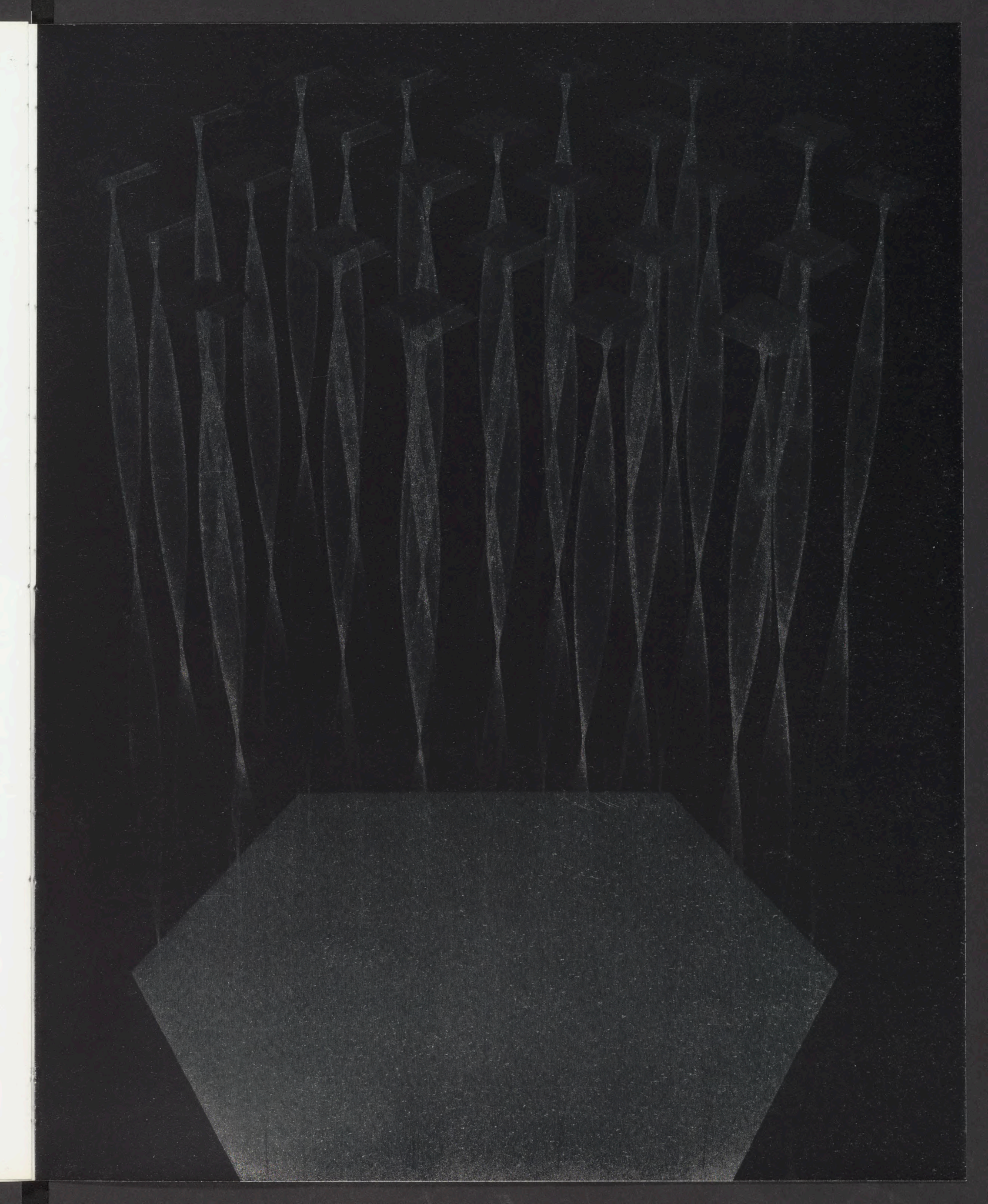
Tsai a suivi une ligne de travail ambitieuse et cohérente sans se soucier des singeries et grimaces fugitives de la communauté artistique. Un coup d'œil à sa notice biographique montrera que son éducation et son expérience sortent de l'ordinaire. Cette exposition se limite à son travail récent avec des tiges vibrantes, travail qu'il poursuit depuis six ans. Elle se présente comme un environnement total auquel chaque pièce

Extravagant claims have been made by, and on behalf of, artists working in the newer technological media. Recently such claims have tended to lose conviction, and this whole sector of creative activity has proved to be much more difficult, both theoretically and practically, than some people had hoped. The present situation and recent history of galleries, exhibitions, and artists' organizations concerned with such work is far from encouraging. Certain exhibitions, like the London Hayward Gallery's "Kinetics" in 1970, have found great popular success by creating a gay, spectacular ambiance like that of a fun-fair. To decry such success would be excessively puritanical ; but the accompanying loss of serious content supports M. Jean Clay's view that "the infantilization of the artist and the spectator" is one of the ways in which the bourgeoisie relegates art to a marginal and inessential position in society.

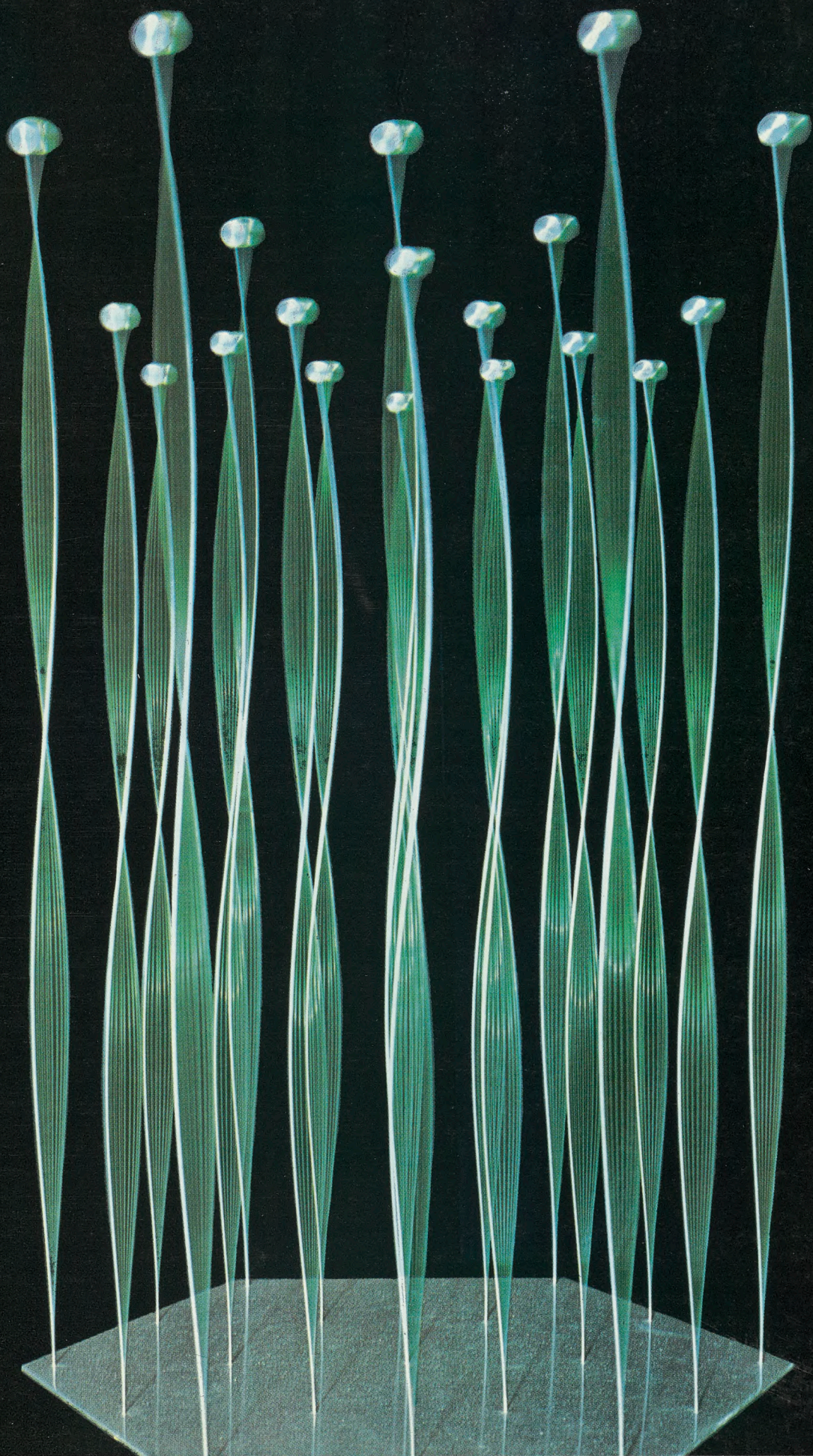
Not surprisingly, many artists have retrated from the difficulties of operating in the no-man's-land between art and science. At the same time, society as a whole is beginning to subject its entire technological apparatus to ecological scrutiny, and also to subject the alleged neutrality and objectivity of science to socio-political scrutiny. The challenges open to the artist to confront and interpret these issues are of course greater than ever. It is true that some art of the last few years has expressed either an infatuation with the "machine aesthetic" or an urge to make art scientific and objective, but it was always clear that these were incomplete and unserious responses. The romance of technology and the rigor of science are both attractive, but surely nobody of any intelligence or awareness can have lived through any part of the twentieth century without learning to be critical about science and technology. Technology is not something to be embraced or rejected with dramatic gestures ; it is part of the environment in which we live and breathe.

So when we hear from artists the call "back to nature", for instance, we should ask whether what we are witnessing is not a retreat from complexity — when what is needed today is a finer sense of complex ecological organization. Similarly, when we hear of artists confining themselves to the "conceptual" element in art, we should ask whether they are not retreating from the painful finding-out of what one wants to express in the process of coming to grips with technique. This process was described by T.S. Eliot (writing of poetry) as a "raid on the inarticulate". The art community is currently more preoccupied with raids on the articulate.

Tsai has followed an ambitious and coherent path of work without concern for the fleeting antics and grimaces of the art community. A glance at his biographical note will indicate that in education and experience he is out of the ordinary. This exhibition is confined to his recent work with vibrating rods, on which he has been working for six years. It is presented as a total environment to which each piece







contribue. La lumière générale provient d'un dispositif stroboscopique bleuâtre de haute fréquence, qui crée un effet visuel étrange, d'un autre monde. Les pièces sont toutes différentes mais elles ont certaines caractéristiques plastiques communes.

Chacune consiste en un nombre de tiges d'acier inoxydable disposées sur une plaque qui vibre à une fréquence constante et invariable de 20 à 30 cycles par seconde. Mais les éclairs du dispositif stroboscopique font voir les baguettes comme si elles oscillaient de façon asymétrique. Chaque éclair ne dure que quelques millièmes de seconde, et les intervalles entre les éclairs sont de durée variable. Lorsque la fréquence des éclairs égale la fréquence des vibrations des tiges — ce que nous pouvons appeler la *fréquence synchrone* — le mouvement des tiges semble se fixer en une courbe harmonique. Lorsque la fréquence des éclairs du dispositif stroboscopique est ralentie ou accélérée par rapport à la fréquence de vibration des tiges, celles-ci semblent onduler doucement. Plus l'écart entre la fréquence des éclairs et le mouvement harmonique et constant est important, plus le mouvement des tiges semble rapide. Il y a ainsi une gamme qui va de l'ondulation lente à la palpitation frémissante. L'apparente spirale se dirige dans le sens des aiguilles d'une montre ou en sens inverse selon que la fréquence des éclairs du dispositif stroboscopique est supérieure ou inférieure à la fréquence synchrone.

Dans certaines des pièces les baguettes sont coiffées de mamelons ou de plaques d'acier. Lorsque chacune des plaques apparaît comme deux plaques se fondant dans un espace mutuel, une réalité visuelle se produit à partir d'une impossibilité physique (ce phénomène survient à une fréquence un peu plus du double de la fréquence synchrone). D'autres pièces ont des tiges coiffées de réseaux optiques qui apparaissent comme des fleurs iridescentes et frémissantes. D'autres encore sont couronnées de large cerceaux ou se divisent en ramifications sur un ou deux niveaux.

Une ou deux des pièces répondent à la proximité physique du spectateur au moyen d'un capteur. Mais la plupart répondent au son au moyen de microphones reliés à des commutateurs qui font varier la fréquence des éclairs du dispositif stroboscopique. Claquez des mains, ou élevez la voix un peu plus fort qu'un murmure, et toute une structure va miroiter comme si elle était figée pendant quelques instants en une matière plus solide, puis retrouvera frémissante sa position normale jusqu'à ce que vos exclamations d'étonnement la décomposent à nouveau. D'autres, où la logique du commutateur est inversée, deviennent plus agités à mesure que s'élève le bruit ambiant.

Il faut noter que les techniques de Tsai, prises séparément, ne sont pas particulièrement révolutionnaires. Le principe du « volume virtuel » décrit par la trajectoire d'un objet en pleine vitesse est bien connu des ingénieurs. A la Tate Gallery, une œuvre de Gabo, datée de 1920, consiste en un seul fil métallique vibrant. D'autres artistes ont exploité les effets psycho-optiques ; ils étaient notamment en faveur dans l'art des années 1960.

contributes. The overall lighting is from bluish high-frequency strobes, which create a strange and other worldly visual effect. Each piece is different but they have certain design features in common.

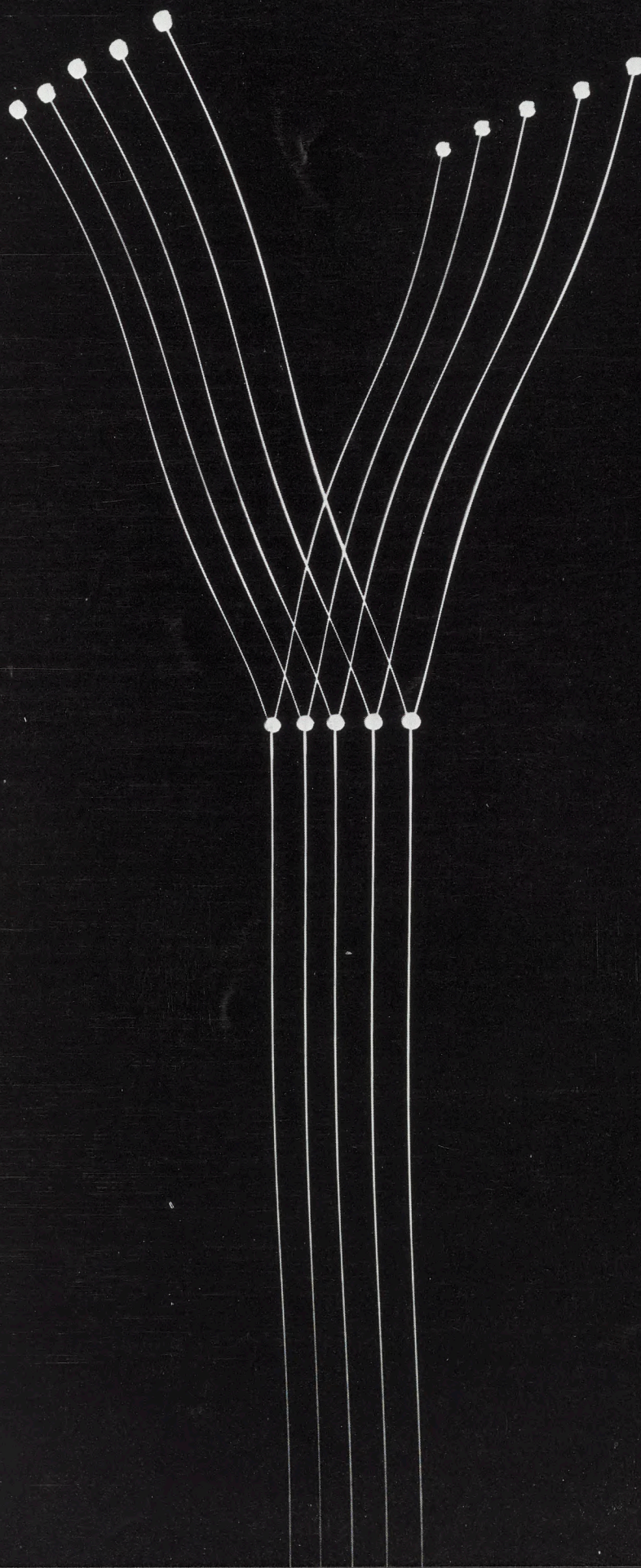
Each consists of a number of stainless steel rods set on a platform vibrating at a constant and unvarying rate of 20 to 30 cycles per second. But the flashing of the strobe makes the eye see the rods as oscillating asymmetrically. Each flash lasts for a few millionths of a second only, and the intervals between the flashes are of variable duration. When the rate of the flashes equals the rate of the vibrations of the rods — we may call this the *synchronous rate* — the motion of the rods appears stationary in the shape of an harmonic curve. When the rate of the strobe-flashes is altered to slightly slower or faster than the rate of the rods' vibrations, then the rods appear to be slowly undulating. The greater the deviation between the rate of the flashes and the constant harmonic motion of the rods, the more rapidly the rods appear to move. There is thus a range from relaxed undulation to excited palpitation. The direction of the apparent spiralling (clock-wise or counterclockwise) depends on whether the rate of the strobe-flashing is above or below the synchronous rate.

In some of the pieces the rods are capped with nipples or with steel plates. When each of the plates is seen as two plates merging into each other's space, it makes a visual reality out of a physical impossibility. (This phenomenon occurs at a little over double the synchronous rate.) Other pieces have rods capped with optical diffraction gratings, and these show up like fluttering iridescent blooms. Still others are topped by large hoops, or ramify into one or two levels of branches.

One or two of the pieces respond to the physical proximity of the spectator by means of a sensing device. But the majority respond to sound by means of microphones which cause switches to vary the frequency of the strobe-flashes. Clap your hands, or raise your voice above a whisper — and one whole structure will shimmer as if frozen for a few moments to a more solid substance, then shudder back to normal until discomposed again by your exclamations of awe. Others, with the switching "logic" reversed, get more excited the louder the ambient noise.

It is worth noting that Tsai's techniques taken separately are not particularly revolutionary. The principle of "virtual volume" described by the speeding trajectory of an object is well established in engineering. There is a piece in the Tate Gallery by Gabo, dated 1920, which consists of a single vibrating wire. Other artists have exploited psycho-optical effects, and indeed these were especially favored in the art of the 1960's. Both strobe lighting and the feedback principle have been used before.

No one before Tsai has integrated vibration with strobe lighting and feedback control systems. But a more important point is that his techniques have been put



L'éclairage stroboscopique et le principe de rétroaction ont déjà été utilisés tous deux.

Personne avant Tsai n'a intégré la vibration aux systèmes d'éclairage par dispositif stroboscopique et de contrôle par rétroaction. Mais en outre, il a relégué ses techniques au second plan et ses œuvres semblent créées spontanément, sans effort, comme si la faculté de l'artiste à coordonner ses ressources techniques était indissoluble de sa faculté à coordonner ses propres instincts et son intelligence. Ce pouvoir de coordination et d'organisation est associé traditionnellement à l'artiste ; lorsqu'il fait défaut, le résultat ne semble pas être de l'art mais un artifice voulu par l'esprit, sans le concours des nerfs et de l'instinct. Face à un travail de ce genre nous avons tendance à commenter l'habileté technique de l'auteur ou son absence. Face à une exposition de Tsai l'on retrouve un émerveillement primitif et naïf devant son évocation de l'organique au travers de media inanimés.

Comme les anémones de mer ou les plantes d'eau qu'ils évoquent, les objets de Tsai sont des systèmes qui s'organisent eux-mêmes : ils maintiennent, en contrôlant certaines variables, une stabilité et un équilibre nécessaire à leur survie. Ils sont bien sûr moins complexes que les plus simples des organismes naturels par les transformations de ressources d'énergie dont ils sont capables. Ils pourraient être décrits comme des abstractions ou homomorphismes de la vie organique. De nombreux biologistes ont souligné l'importance chez les organismes naturels d'un équilibre dynamique, et donc fluctuant, entre les tendances opposées. Les vibrations et la périodicité en tant que phénomènes universels dans la nature ont été étudiées par Hans Jenny dans un rajeunissement de la méthode scientifique de Goethe (*Cymatics*, Basilius Press, Bâle, Suisse). L'exposition de Jenny à l'Institute of Contemporary Arts, à Londres, en 1970, a été accompagnée de trois conférences par des experts sur les rythmes en biologie et en neurophysiologie.

La technique de base des baguettes vibrantes de Tsai (comme celle de Gabo) offre le paradoxe suivant : le courant animateur dont tout l'artefact reçoit son énergie est aussi une force perturbatrice qui dérange l'équilibre statique des baguettes. L'écologie de ces organismes requiert non seulement du courant électrique mais aussi la présence dans leur environnement d'une espèce différente — le participant humain, avec son système optique singulier (et plutôt paresseux). Le travail de Tsai est un défi au photographe qui est obligé de contrefaire la réponse « real-time » du système psycho-optique humain au moyen d'un système mécanique construit selon d'autres spécifications. La technique stroboscopique de Tsai se joue de notre tendance à voir des formes constantes et crée l'effet de sinuosité propre à son œuvre : une oscillation irrégulière et asymétrique qui donne un aperçu des interférences et des complexités de la vie organique. Car l'hétérogénéité est un principe vital, comme le sont l'ordre et le rythme ; et l'œuvre de Tsai possède tous ces caractères.

Entre « l'artefact » et l'observateur — ou entre l'environnement et le participant — s'est établie une sorte de dépendance mutuelle ou symbiose. Dans les structures

behind him, and his creations look effortless and spontaneous, as if the artist's coordination of his technical resources were indissoluble from the coordination of his own instincts and intelligence. This power to coordinate and organize is one traditionally associated with the artist ; where it is lacking, the result seems not art but a contrivance — willed by the mind, with no concurrence of nerves and instinct. Faced by such work, we find ourselves commenting on the maker's technical skill or lack of it. Faced by a Tsai exhibition, one recovers a primitive and naive wonder at his evocation of the organic through inanimate media.

Tsai's objects are self-organizing systems, like the sea anemones or water plants that they evoke, in that they maintain, by the control of certain variables, a stability or equilibrium necessary to their survival. They are of course less complex than the simplest natural organisms in the transformations of energy resources of which they are capable. They might be described as abstractions or homomorphisms of organic life. Many biologists have stressed the importance in natural organisms of a dynamic and therefore fluctuating equilibrium between opposing tendencies. Vibrations and periodicity as a universal phenomenon in nature have been studied in a stipulating revival of Goethe's scientific method by Hans Jenny (*Cymatics*, Basilius Press, Basel, Switzerland). Jenny's exhibition at the Institute of Contemporary Arts, London, in 1970 was accompanied by three lectures by experts on rhythms in biology and neurophysiology.

Tsai's basic technique of vibrating rods (like Gabo's) presents the paradox that the vitalizing current on which the whole artifact is dependent for energy is also a disturbing force which stirs the rods from static equilibrium. The ecology of these "organisms" demands not only electric power but also the presence in their environment of a different species — the human participant, with his curious (and rather lazy) optical system. The work of Tsai is challenging to the photographer, who is obliged to mimic the human psycho-optical system's real-time response with a mechanical device built to different specifications. Tsai's strobing technique plays on our tendency to see constant forms and creates the effect of sinuosity peculiar to his work : an irregular, asymmetric oscillation giving a taste of the interferences and complexities of organic life. For heterogeneity is fundamental to life, as are order and rhythm ; and Tsai's work possesses all these features.

Between artifact and observer — or environment and participant — is set up a kind of mutual dependence or symbiosis. In the structures that incorporate reaction to spectators' behavior, an additional factor of dependence is introduced. The sounds of humans which the microphone picks up are in a way like the electric current : a force that disturbs the artifact's mechanical stability but is also an essential source of its artistic life or potency ; a kind of creative interference.

This relationship between observer and artifact is.



qui incorporent une réaction au comportement du spectateur, s'introduit un facteur supplémentaire de dépendance. Les sons humains qui frappent le microphone sont comme le courant électrique : une force qui perturbe la stabilité mécanique de « l'artefact » mais qui est aussi une source essentielle de sa vie ou de sa puissance artistique ; une sorte d'interférence créatrice. Ce rapport entre l'observateur et l'artefact est, bien sûr, vrai pour tout art. L'œuvre de Tsai fait fonction de métaphore de l'art en général. Elle est un paradigme du processus selon lequel l'art dépend d'un renouvellement ou re-création constants par son propre environnement. Sans le courant électrique ou sans la participation des spectateurs, les œuvres de Tsai sont aussi vides de vie que des anémones de mer au sec dans une mare vide ou qu'un film cinématographique projeté en plein soleil.

Ses œuvres ressemblent davantage à une symbiose biologique qu'à des objets tangibles ; et, si cela est vrai, des implications importantes s'ensuivent pour toute notre conception de la nature des artefacts. Crûment dit, il n'y a qu'événements et processus. On raconte que le Dr Johnson donna un jour un coup de pied dans une pierre afin de réfuter l'affirmation de l'évêque Berkeley selon laquelle les objets existeraient seulement dans la conscience humaine. Ce ne serait pas aussi rassurant de frapper du pied les tiges de Tsai, pas plus que de frapper du pied un écran de cinéma sur lequel on projetterait un film.

Tsai manipule un petit nombre de sources d'énergie avec une extrême économie — puissance électrique, sons humains, etc. — et en fait un modèle de toutes les ressources infiniment variées de la coordination dont l'équilibre de la vie et de l'environnement dépend. Il y a peu d'artistes, dans tous les media, qui offrent une réponse aussi complète à l'environnement contemporain.

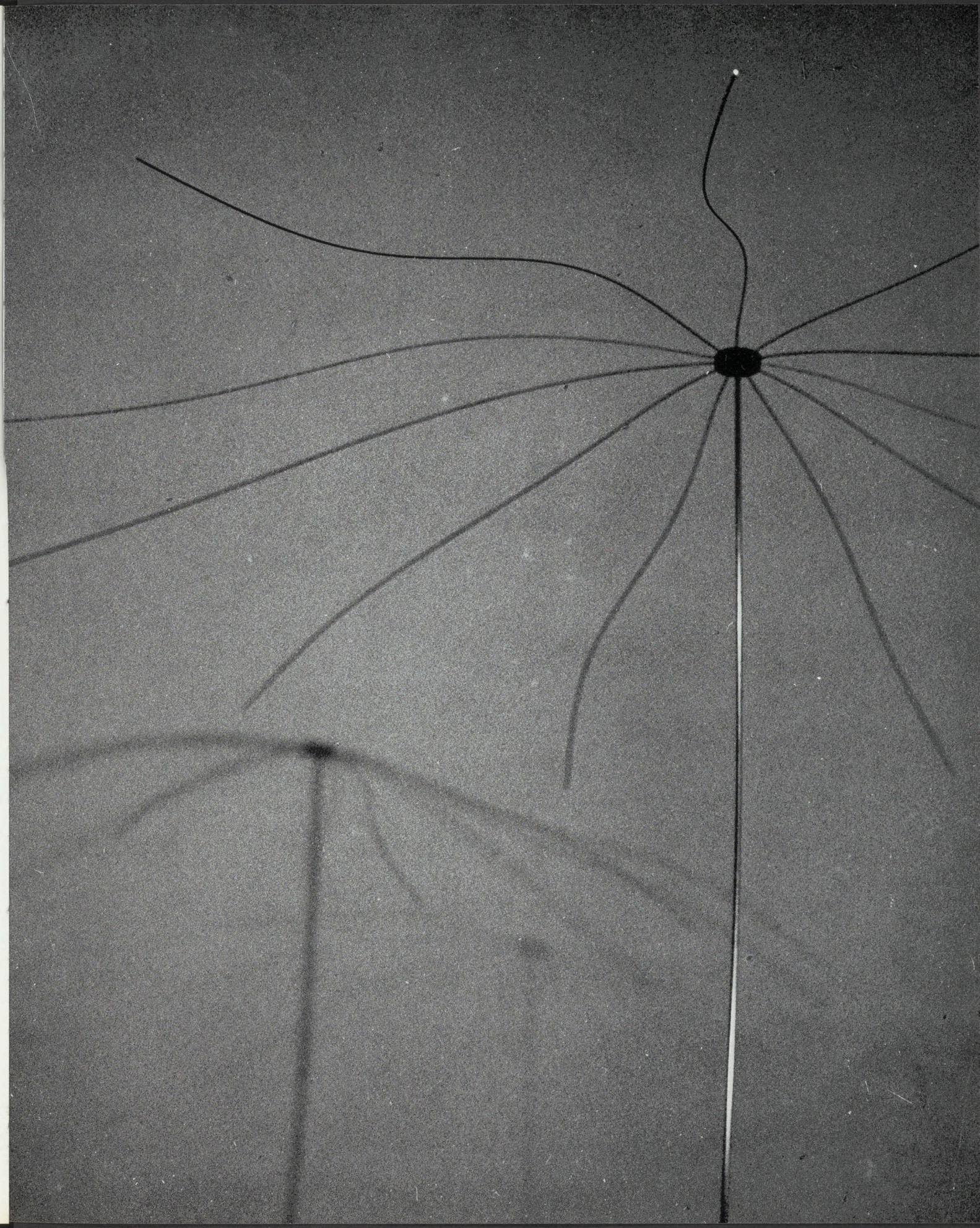
of course, true of all art. Tsai's work functions as a metaphor for art in general. It is a paradigm of the process whereby art depends on constant refreshment or re-creation by its own environment. With the current switched off, or without the participation of spectators, Tsai's works are as drained of life as sea anemones stranded in an empty pool, or a cine-film projected into sunlight.

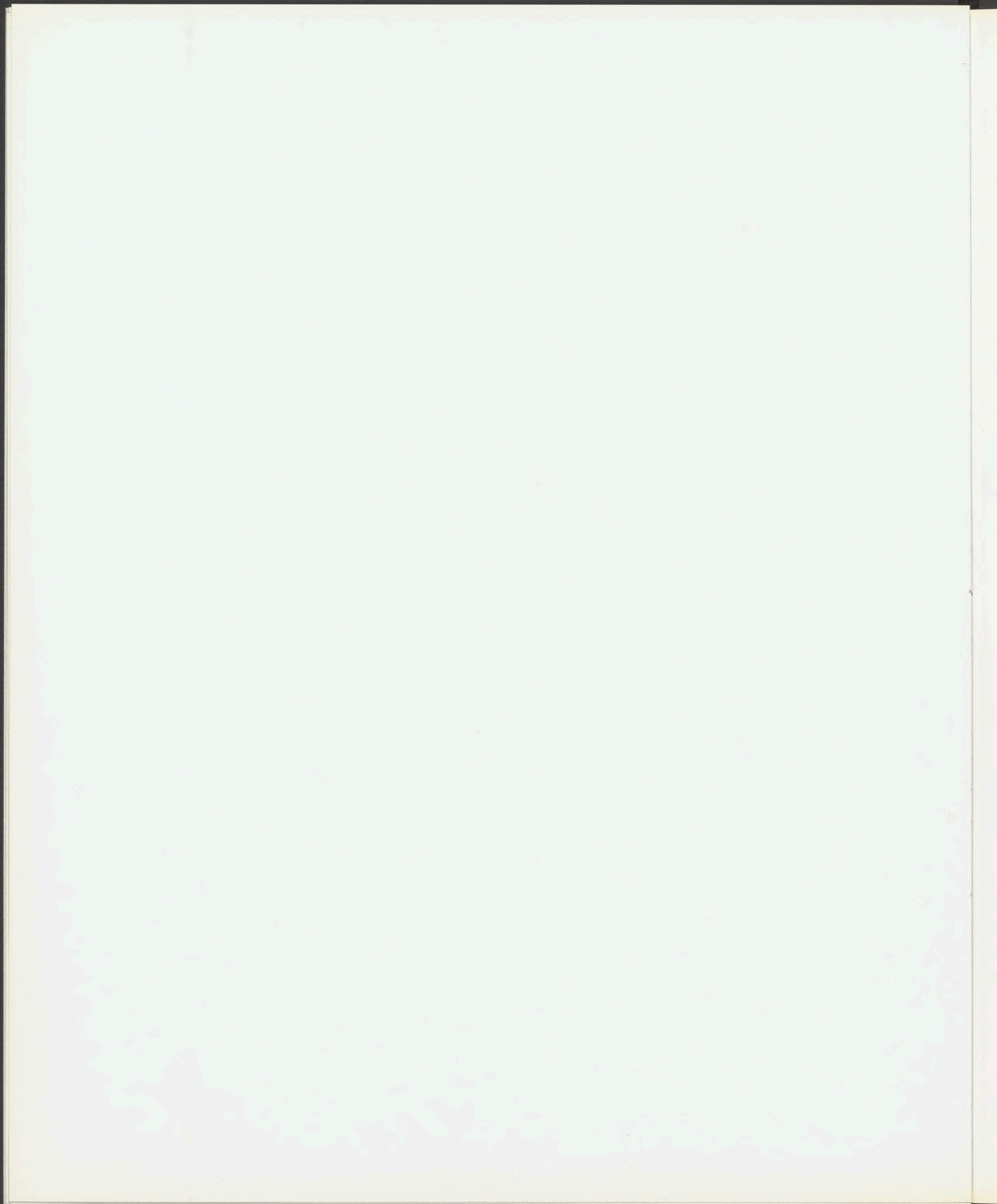
His works are more like biological symbiosis than they are like tangible objects ; and, if this is true, there are important implications for our whole notion of the nature of artifacts. To put it crudely, there are no longer such things as objects, only events and processes. Dr. Johnson is said to have kicked a stone once to refute Bishop Berkeley's contention that objects only existed in the human consciousness. It would not be so reassuring to kick Tsai's rods, any more than to kick a cinema screen on which a film is projected.

Tsai manipulates a few sources of energy with extreme economy — electric power, human sounds, and so forth — as a model for all the infinitely various resources on whose coordination the equilibrium of life and the environment depends. There are few artists working in any medium who offer such a complete response to the contemporary environment.

Jonathan Benthall
Janvier 1971

Traduit de l'anglais par Catherine Walker





Notice biographique

- 1928 Tsai naît à Amoy en Chine ; sa formation artistique commence tôt avec le travail traditionnel au pinceau chinois
- 1939 Part pour Changai, puis fait des études d'ingénieur à l'Université de Ta Tung
- 1950 Arrive aux États-Unis, fait des études d'ingénieur en mécanique à l'Université de Michigan tout en poursuivant ses études artistiques
- 1953 Obtient un diplôme d'ingénieur et commence à travailler à New York comme ingénieur conseil
- 1956 Pendant les sept années suivantes, Tsai exercera des fonctions diverses comme ingénieur, puis comme réalisateur de projets pour les plans et la construction de laboratoires pour la recherche atomique, de gratte-ciel pour les bureaux, de centres pour le traitement des informations électroniques, d'abris atomiques, de complexes industriels et pharmaceutiques, de travaux pour l'assainissement de l'air et le contrôle de l'environnement. Durant cette période, il continue ses études artistiques dans un certain nombre d'écoles d'art, comme par exemple à « Art Students League » de New York
- 1962 Devient citoyen américain
- 1963 Comme peintre obtient John Hay Whitney Opportunity Fellowship. Renonce alors à sa carrière d'ingénieur pour se consacrer entièrement à l'art. Bientôt il achève les constructions tridimensionnelles utilisant les effets optiques, la peinture irradiante, la lumière ultra-violette, etc. Ces constructions furent rassemblées pour son exposition personnelle « Super-Imposed Painting » en 1964
- 1965 Obtient Edward MacDowell Fellowship et travaille à la colonie MacDowell. Tsai réussit à intégrer ses connaissances scientifiques et technologiques à sa démarche artistique, en en faisant des moyens de son expression créatrice. Le « Mur multi-cinétique » et par la suite sa « Sculpture cybernétique » en sont des exemples
- 1966 Il réalise sa « Sculpture cybernétique » et, pour la première fois, la vibration harmonique, les effets stroboscopiques et le système de contrôle électronique feedback sont intégrés dans une œuvre d'art. Sa « Sculpture cybernétique » est présentée au public lors de son exposition personnelle en 1968
- 1969 Invité du Center for Advanced Visual Studies
- 71 dépendant du Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
Depuis 1971, réside à Paris, travaille à Paris et à New York

Biographical note

- 1928 Born in Amoy, China ; Tsai had an early training in art, beginning in Chinese brush-work
- 1939 Moved to Shanghai and later studied engineering at Ta Tung University
- 1950 Came to the United States as a student in mechanical engineering at the University of Michigan while pursuing his art studies without interruption
- 1953 Graduated with a degree in engineering and started to work in New York as a consulting engineer
- 1956 For the next seven years Tsai worked in various capacities as an engineer and later project manager in charge of engineering design and construction of atomic research laboratories, multi-story office buildings, electronic data processing centers, atomic shelters, industrial and pharmaceutical plants, air decontamination and environmental control projects. During this period he continued his artistic studies in a number of arts schools including the Art Students League of New York
- 1962 Became a United States citizen
- 1963 Recipient of John Hay Whitney Opportunity Fellowship for painting. Resigned from his engineering career to devote himself totally to art. He soon completed three-dimensional constructions using optical effects, radiant paints, ultra-violet light, and so forth. These constructions were exhibited in a one-man show of "Super-Imposed Painting" in 1964
- 1965 Recipient of Edward MacDowell Fellowship and worked at the Mac Dowell Colony. Tsai was able to integrate his scientific and technological background with his art, utilizing them as tools for creative expression as exemplified in the "Multi-Kinetic Wall" and subsequently in his "Cybernetic Sculpture"
- 1966 "Cybernetic Sculpture" was created and for the first time the harmonic vibration, stroboscopic effect, and electronic feedback control system were integrated in a work of art. The "Cybernetic Sculpture" was exhibited in a one-man show in 1968
- 1969 Invited as a Fellow at the Center for Advanced
- 71 Visual Studies of the Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
- 1971 Since, resides in Paris, works in Paris and New York

Expositions personnelles

- 1961 Ruth Sherman Gallery, New York
- 1964 Amel Gallery, New York
- 1965 Amel Gallery, New York
- 1968 Howard Wise Gallery, New York
- 1970 Alpha Gallery, Boston, Massachusetts
- 1970 Museum Haus Lange, Krefeld
- 1971 Hayden Gallery, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
- 1971 Ontario Science Centre, Toronto
- 1971 University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania
- 1971 Galerie Françoise Mayer, Bruxelles

Collections

Les sculptures cybernétiques de Tsai se trouvent dans de nombreuses collections privées d'Europe et d'Amérique, ainsi que dans les collections publiques suivantes :

Addison Gallery of American Art, Andover, Massachusetts
Albright-Knox Art Gallery, Buffalo, New York
Hayden Gallery, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, Allemagne
Ontario Science Centre, Toronto
Tate Gallery, Londres
Whitney Museum of American Art, New York

Bibliographie

- 1965 « Exhibition at Amel Gallery », Art News, 64:8 (décembre)
- 1966 « Exhibition at Amel Gallery », Arts Magazine, 40:3 (janvier)
- 1968 « Exhibit at Howard Wise Gallery », Art in America, 56:3 (mai)
- 1968 « Exhibit at Howard Wise Gallery », Art News, 67:4 (été)
- 1968 « Tsai : Cybernetic Sculpture at Howard Wise Gallery », Arts Magazine, 42:8 (été)
- 1968 Some More Beginnings, Experiments in Art and Technology, New York
- 1968 D.K. Merris, « The Engineer and his Profession », Product Engineering, 39:25 (2 décembre)
- 1968 K.G. Pontus Hultén, The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age (p. 201), Museum of Modern Art, New York
- 1969 J. Chandler, « Art in the Electric Age », Art International, XIII:2 (février)
- 1969 F. Newgan, « Die Maschine in der Kunst », Kunstwerk, 22:43 (février)
- 1969 J. Benthall, « Cybernetic Sculpture of Tsai », Studio International, 177-909 (mars).
- 1970 Explorations, National Collection of Fine Arts, Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- 1970 B. E. Bradin, Tsai-bernetics, Boston Arts, 3/6 (Juin)
- 1970 Frank Popper, l'Art cinétique, Gauthier-Villars
- 1971 Irmeline Lebeer, Les Sculptures Cybernétiques de Wen-Ying Tsai, Chroniques de l'Art Vivant, 26 (Décembre)
- 1972 J. Reichardt, Engineer Extraordinary, New Scientist, 52/777 (6 Janvier)

One-man exhibitions

- 1961 Ruth Sherman Gallery, New York
- 1964 Amel Gallery, New York
- 1965 Amel Gallery, New York
- 1968 Howard Wise Gallery, New York
- 1970 Alpha Gallery, Boston, Massachusetts
- 1970 Museum Haus Lange, Krefeld, Allemagne
- 1971 Hayden Gallery, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
- 1971 Ontario Science Centre, Toronto
- 1971 University of Pittsburgh, Pittsburgh, Pennsylvania
- 1971 Galerie Françoise Mayer Bruxelles

Collections

Cybernetic sculptures are in various private collections in Americas and Europe; and in the following permanent collections :

Addison Gallery of American Art, Andover, Massachusetts
Albright-Knox Art Gallery, Buffalo, New York
Hayden Gallery, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld, Germany
Ontario Science Centre, Toronto
Tate Gallery, London
Whitney Museum of American Art, New York

Bibliography

- 1965 Exhibition at Amel Gallery, Art News, 64/8 (December)
- 1966 Exhibition at Amel Gallery, Arts Magazine, 40/3 (January)
- 1968 Exhibit at Howard Wise Gallery, Art in America, 56/3 (May)
- 1968 Exhibit at Howard Wise Gallery, Art News, 67/4 (Summer)
- 1968 Tsai, Cybernetic Sculpture at Howard Wise Gallery, Arts Magazine, 42/8 (Summer)
- 1968 Some More Beginnings, Experiments in Art and Technology, New York
- 1968 D.K. Merris, The Engineer and His Profession, Product Engineering, 39/25 (December)
- 1968 K. G. Pontus Hultén, The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age, Museum of Modern Art, New York
- 1969 J. Chandler, Art in the Electric Age, Art International, XIII/2 (February)
- 1969 F. Newgan, Die Maschine in der Kunst, Kunstwerk, 22/43 (February)
- 1969 J. Benthall, Cybernetic Sculpture of Tsai, Studio International 177/909 (March)
- 1970 Explorations, National Collection of Fine Arts, 1/2 (May)
- 1970 B. E. Bradin, Tsai-bernetics, Boston Arts, 3/6 (June)
- 1970 Frank Popper, l'Art cinétique, Gauthier-Villars
- 1971 Irmeline Lebeer, Les Sculptures Cybernétiques de Wen-Ying Tsai, Chroniques de l'Art Vivant 26 (December)
- 1972 J. Reichardt, Engineer Extraordinary, New Scientist, 52/777 (6 January)

Expositions de groupe

- 1965 « The Responsive Eye », Museum of Modern Art, New York
- 1965 « The New Eyes », Chrysler Art Museum, Provincetown, Massachusetts ; City Art Museum, St Louis, Missouri ; Seattle Art Museum, Seattle, Washington
- 1965 « Art in Science », Albany Institute of History and Art, Albany, New York ; Pasadena Art Museum, Pasadena, California ; Ohio University Circulating Exhibition
- 1965 « Art Turned On », Institute of Contemporary Art, Boston, Massachusetts
- 1966 Baltimore Museum of Art, Baltimore, Maryland ; University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts
- 1966 « Art in Science », organisé par la Smithsonian Institution, Washington, D.C. ; National Academy of Science, Washington, D.C. ; American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.
- 1967 Montclair Art Museum, Montclair, New Jersey
- 1967 Toledo Museum of Art, Toledo, Ohio
- 1967 Museum of Art, Smith College, Northampton, Massachusetts
- 1967 Corning Museum of Glass, Corning, New York
- 1968 « Cybernetic Serendipity », Institute of Contemporary Arts, Londres
- 1968 « Seasons Reprise », Howard Wise Gallery, New York
- 1968 « The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age », Museum of Modern Art, New York
- 1968 « Options », Milwaukee Art Center, Milwaukee, Wisconsin
- 1968 Museum of Contemporary Art, Chicago, Illinois
- 1969 « Contemporary American Painting and Sculpture, 1969 », Krannert Art Museum, University of Illinois, Champaign, Illinois
- 1969 « Cybernetic Serendipity », Corcoran Gallery of Art, Washington, D.C.
- 1969 « Howard Lipman Collection », Whitney Museum of American Art, New York
- 1969 « Reflections », Howard Wise Gallery, New York
- 1969 « IX Festival de Arte de Cali », Cali, Colombie
- 1969 « Chefs-d'œuvre de l'art moderne », Galerie Denise René Hans Mayer, Krefeld, Allemagne
- 1970 « Explorations », Hayden Gallery, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
- 1970 « Explorations », National Collection of Fine Arts, Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- 1970 « 3^e Salon international des galeries pilotes », Musée cantonal des Beaux-Arts, Lausanne ; Musée d'Art Moderne, Paris
- 1970 « Pittsburgh International », Museum of Art, Carnegie Institute, Pittsburgh, Pennsylvania

Group exhibitions

- 1965 The Responsive Eye, Museum of Modern Art, New York
- 1965 The New Eyes, Chrysler Art Museum, Provincetown Massachusetts ; City Art Museum of St. Louis, St. Louis, Missouri ; Seattle Art Museum, Seattle, Washington
- 1965 Art in Science, Albany Institute of History and Art, Albany, New York ; Pasadena Art Museum, Pasadena, California ; Ohio University Circulating Exhibition
- 1965 Art Turned On, Institute of Contemporary Art, Boston, Massachusetts
- 1966 Baltimore Museum of Art, Baltimore, Maryland ; University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts
- 1966 Art in Science, organised by Smithsonian Institution, Washington, D.C. ; National Academy of Science, Washington, D.C. ; American Institute of Biological Sciences, Washington, D.C.
- 1967 Montclair Art Museum, Montclair, New Jersey
- 1967 Toledo Museum of Art, Toledo, Ohio
- 1967 Museum of Art, Smith College, Northampton, Massachusetts
- 1967 Corning Museum of Glass, Corning, New York
- 1968 Cybernetic Serendipity, Institute of Contemporary Arts, London
- 1968 Seasons Reprise, Howard Wise Gallery, New York
- 1968 The Machine as Seen at the End of the Mechanical Age, Museum of Modern Art, New York
- 1968 Options, Milwaukee Art Center, Milwaukee, Wisconsin
- 1968 Museum of Contemporary Art, Chicago, Illinois
- 1969 Contemporary American Painting and Sculpture, 1969, Krannert Art Museum, University of Illinois, Champaign, Illinois
- 1969 Cybernetic Serendipity, Corcoran Gallery of Art, Washington, D.C.
- 1969 Howard Lipman Collection, Whitney Museum of American Art, New York
- 1969 Reflections, Howard Wise Gallery, New York
- 1969 IX. Festival de Arte de Cali, Cali, Columbia
- 1969 Master Pieces of Modern Art, Galerie Denise René Hans Mayer, Krefeld
- 1970 Explorations, Hayden Gallery, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts
- 1970 Explorations, National Collection of Fine Arts, Smithsonian Institution, Washington, D.C.
- 1970 3^e Salon International des galeries pilotes, Musée Cantonal des Beaux-Arts, Lausanne, Musée d'Art Moderne, Paris
- 1970 Pittsburgh International, Museum of Art, Carnegie Institute, Pittsburgh, Pennsylvania

Couverture : Center for advanced visual
Studies, M.I.T., photographie de Nishan Bichajian

Photographies : Gertrude Marbach-Rau, Eric Pollitzer
couleur André Morain

Cover : Center for advanced visual
Studies, M.I.T., photograph by Nishan Bichajian

Photographs : Gertrude Marbach-Rau, Eric Pollitzer
colour André Morain

